Beiträge zur chemischen Kenntnis

der

Mineralien, Gesteine und Gewässer Palästinas.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

von

Rudolph Sachsse

aus Kötzschenbroda i. S.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Deutschen Palästina-Vereins.

Band XX.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Beiträge zur chemischen Kenntnis

der

Mineralien, Gesteine und Gewässer Palästinas.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Fakultät

der

kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

von

Rudolph Sachsse

aus Kötzschenbroda i. S.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Deutschen Palästina-Vereins.

Band XX.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

Allgemein-geologischer Theil 2

I. Kreidebildungen 5

Cenoman 5

Senon 9

1. Der Ka'kūle 9

2. Kreidemergel mit Leda etc. 10

3. Bunte gipsführende Mergel und Bitumenkalke 11

4. Die Feuersteinkreide 20

II. Quartärbildungen 20

5. Der Nāri. 20

6. Das Steinsalz 22

7. Der Asphalt 23

8. Der Schwefel. 24

III. Die Gewässer von Palästina 25

9. Jordanwasser 26

10. 'Ain Dschidī 28

11. Wadi Mubarrak. 29

12. Wasser von Ḳaṣr ez-Zuwēra 30

13. 'Ain el-Merāḥa 31

Analysengang 34

1. Analyse der Gesteine 34

2. Analyse der Gewässer 34

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543506_0100

Während die wissenschaftliche Erforschung Palästina's der hauptsächlich religiösen Bedeutung dieses Landes und seiner einstigen Bewohner entsprechend noch bis in die Mitte dieses Jahrhunderts ausschliesslich in den Händen der Vertreter der reinen Geisteswissenschaften, der Theologen, der Historiker und Archäologen lag, beginnen seit den letzten fünf Jahrzehnten mit der wachsenden Bedeutung der Naturwissenschaften auch Naturforscher der verschiedensten Disciplinen mit Erfolg an dieser Arbeit theilzunehmen. Besonders für Geologen bietet die eigenartige und zugleich so günstig und offen zur Schau tretende Oberflächenbeschaffenheit des Landes eine Fülle der anziehendsten Studienobjecte.

Die Namen der Reisenden, welche zur Förderung der geologischen Kenntniss des Heiligen Landes im wesentlichen beigetragen haben, sind folgende:

Botta (1833), Russeger (1836), Blanche (1847), Lynch und Anderson (1848), Gaillardot (1849), Roth (1859), Wetzstein (1860), Fraas (1865 und 1875), Lartet (1865), vom Rath (1882), Stübel (1882), Hull (1884), Diener (1885), Nötling (1885), Blanckenhorn (1886 und 1894).

Die zweite im Jahre 1894 ausgeführte Expedition des letztgenannten Forschers kommt im Folgenden besonders in Betracht, indem das Material für meine Untersuchungen derselben zu verdanken ist.

Die aus Palästina mitgebrachte geologische Sammlung des Dr. M. Blanckenhorn besteht theils aus typischen Handstücken

der gebirgsbildenden Gesteine, theils aus auffälligen, durch Lage, Farbe, Form etc. bedingten Mineral- und Gesteinsproben, theils aus Petrefacten und schliesslich aus Wasserproben.

Eine speciell in chemischer Hinsicht interessante Auswahl aus dieser Sammlung hat mir Herr Privatdocent Dr. Blanckenhorn zu genauer Untersuchung zur Verfügung gestellt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer hierfür sowie für die vielfache Anregung und Unterstützung während meiner Arbeit meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen. Den gleichen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Lenk, unter dessen gütiger Leitung im Laboratorium des Mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Erlangen die chemischen Untersuchungen ausgeführt wurden.

Allgemein-geologischer Theil.

Palästina ist ein fruchtbares Arbeitsfeld für den Geologen aus einem doppelten Grunde. Einerseits ermöglicht das häufige, mangels einer Humusdecke unverhüllte Zutagetreten der Gesteine einen trefflichen Einblick in die qualitative Zusammensetzung des Bodens, zum anderen zeigt die Tektonik des Bodens so interessante Erscheinungen, dass ihr Studium nicht nur zu einer genauen Kenntniss der geologischen Entwicklung dieses Gebiets unumgänglich nöthig, sondern auch behufs einer Vergleichung mit anderen Erdräumen als höchst wichtig für unsere Anschauungen von den gebirgsbildenden Vorgängen an der Erdoberfläche überhaupt erscheinen muss.

Die Hauptmasse des Landes besteht aus Kalkgebirgen, deren Material zur Zeit der Kreideperiode gebildet wurde und deren Grundlage, soweit dieselbe überhaupt der Beobachtung zugänglich ist, eine namentlich in Aegypten und Nubien verbreitete Sandsteinbildung, der sog. Nubische Sandstein darstellt. Nach den Forschungen von Lartet[1]), O. Fraas[2]), Diener[3]),

1) Lartet, Exploration geologique de la Mer Morte, 1877.

2) Fraas, O., Aus dem Orient, Württemb. naturw. Jahreshefte, 1867.

3) Diener, Libanon, Grundlinien der physisch. Geogr. und Geol. von Mittelsyrien.

Nötling[1]) und Blanckenhorn[2]) rechnet man jetzt den allergrössten Theil des Gebirges der Oberen Kreide (Cenoman, Turon und Senon) zu. Hierzu mag sogleich bemerkt werden, dass das Turon im Gegensatz zu der europäischen Ausbildung hier durch Leitfossilien relativ recht mangelhaft gekennzeichnet ist.

Nach Blanckenhorn's neuesten Forschungen und Mittheilungen ergiebt sich die nachstehend angeführte Schichtenfolge.

	I. bei Jerusalem und am Wege nach Jericho	II. am Todten Meere
Senon	(g) Feuersteinlagen. (f) Bunte gipsführende Mergel, blendend weiss, intensiv roth, gelb, schwärzlich, grünlich mit Asphaltkalklagern und schwachen Bänken oder Knollen von Feuersteinen. (e) Gelblichweisse Kreidemergel. (d) Ka'küle.	(g) Dicke Feuersteinbänke mit Kalk- und Mergelbänken wechsellagernd. (f) Bunte Gypsmergel und bituminöse Kalke. (e) Feuersteinfreie Lagen von weichen, weissen oder grauen Mergeln oder Kalken.
Turon	(c) Nerineenmarmor (*mizzi ḥelu*) mit turonen Versteinerungen.	(d) Dickbankige, massige Rudisten- und Nerineenkalke (zuweilen = Dolomite).
Cenoman	(b) Rudistenmarmor (*meleke*) mit *Radiolites syriacus* Conr. *sp.* (a) Graue und röthliche, oft buntgefleckte oder geaderte, dickbankige Kalke mit *Ammonites Rotomagensis* (*mizzi jehūdi*) und Austern.	(e) Weisse und graue Mergel oder Kalke mit echt cenomanen Austern und Seeigeln. (b) Dolomite z. Th. salzhaltig. (a) Nubischer Sandstein (nur am Ostufer).

Mittheilungen der chemischen Zusammensetzung von Gesteinen aus den oben zusammengestellten Schichten sind bisher nur von Lynch und Lartet veröffentlicht worden. Hiervon sind

1) Nötling, Entwurf einer Gliederung der Kreideformation in Syrien und Palästina, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1886, XXXVIII, p. 824.

2) Blanckenhorn, Entwicklung des Kreidesystems in Syrien, Cassel — Berlin 1890. — Syrien in seiner geologisch. Vergangenheit, XXXVI. und XXXVII. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Cassel 1890, ZDPV. 1892, p. 40 ff. — Entstehung und Geschichte des Todten Meeres ZDPV. XIX, 1896, S. 1 ff.

die des ersteren ganz allgemeiner Art und nur der letztere macht bisweilen speciellere Angaben. In hydrologischer Beziehung ist das Wasser des Todten Meeres und des Jordans häufiger Gegenstand der Untersuchung gewesen.

Von der mineralogischen und chemischen Untersuchung der sedimentären Gesteine ist im allgemeinen wenig zu erwarten, indessen gewährt sie uns bisweilen recht lehrreiche Aufschlüsse über die Herkunft und die Art der Ansammlung von an sich den Gesteinen fremden Stoffen wie Phosphor und Bitumen, ferner liefert sie Anhaltspunkte für den Verfolg der Verwitterungserscheinungen, welche hier nicht allein durch die Hydrometeore, sondern auch in einem nicht zu unterschätzenden Grade durch die Temperaturschwankungen herbeigeführt werden.

Nicht nur in Pilgerberichten, sondern auch in wissenschaftlichen Werken finden sich häufig falsche Anschauungen, sodass man Beschreibungen von Palästina sei es, dass sie lediglich compilatorischen Charakters sind, sei es, dass sie auf Autopsie beruhende Reiseberichte darstellen, immer mit einer gewissen Kritik zu behandeln gezwungen ist. Unter anderen ist es besonders O. Fraas[1]), welcher eine Lanze bricht gegen die übertriebenen und fabelhaften Mittheilungen der Palästinareisenden vornehmlich des vorigen Jahrhunderts, wenngleich er in seinen Verurtheilungen wohl etwas zu weit geht[2]).

Sind es nun auch mehr allgemeine Gesichtspunkte, welche einer Kritik unterzogen worden sind, so stösst man doch, wenn man dieselben weiter verfolgt, auf Einzelheiten, die besonders dem Specialforscher Anlass zur Polemik geben und es ihm zur Pflicht machen, derartige Ungenauigkeiten aus der Wissenschaft auszumerzen.

So möchte ich z. B. hinweisen auf folgende Angaben von G. A. von Klöden[3]): »Den Westrand (des T. M.) bilden Klip-

1) Fraas, O., Das Todte Meer. Stuttgart 1867.

2) So a. a. O., p. 19: »Die Schwefeldämpfe existiren nur in der Phantasie des Abendländers«. (Schwefliche Exhalationen existieren in der That an vielen Orten, doch hat eben Fraas auf seiner Route zufällig solche Punkte nicht berührt).

3) von Klöden, G. A., Handbuch der Erdkunde. IV. Theil, 1877. p. 458.

pen des Kalkes, der den Boden Judäas zusammensetzt, und an der Nordwestecke ziehen sich Salzsümpfe hin, bedeckt mit einer weissen Schicht Salpeters und viel Schwefelstücken; auch südlich von ʿAin Dschidī (Engedi) findet man ein Lager von Erdpech, Schwefel und Bimsstein«. Diese Angabe mag desshalb hier citiert werden, weil weder von Salpeter noch von Bimsstein in einem der maassgebenden Werke gesprochen wird; speciell das Vorhandensein von Bimsstein würde, da derselbe ja ein vulkanisches Glasgestein von eigenthümlich schwammigporöser Structur darstellt, von grösster geologischer Wichtigkeit wegen der daraus zu ziehenden Schlüsse sein.

I. Kreidebildungen.

Cenoman.

Aus den tieferen Lagen des Cenomans (Stufe b unseres obigen II. Schichtenprofils) lagen Dolomite (richtiger dolomitische Kalksteine) vor, welche z. Th. durch Krustenbildung, z. Th. durch den Gehalt von in Wasser löslichen Salzen ausgezeichnet sind. Der zur Untersuchung herangezogene, mit schwarzbrauner Kruste überzogene Dolomit entstammt der Gegend von Ḳaṣr ez-Zuwēra et-taḥtā im SW. des Todten Meeres, die anderen mehr oder minder salzhaltigen Dolomite waren von Blanckenhorn an der Basis des Gebirgsabfalles gleichfalls im W. des Todten Meeres 5 km. in der Luftlinie südlich von ʿAin Dschidī geschlagen.

Dolomit.

Alle diese Dolomitproben aus der westlichen Umgebung des Todten Meeres haben graue Farbe und feinkrystallinische Beschaffenheit und erinnern in ihrem Aussehen sehr an den Dolomit der fränkischen Alb (Frankendolomit).

Die Analyse eines solchen dolomitischen Kalksteins von Wādi ez-Zuwēra ergab:

$CaCO_3$	59.02
$MgCO_3$	35.65
$FeCO_3$	0.24
Al_2O_3	1.52
Fe_2O_3	Spur
SiO_2	0.42
H_2O	2.43
Organische Substanz	Spur
	99.28

Schwarze Mangankruste auf dem Dolomit.

Einzelne Stellen des anstehenden Dolomitfelsens wie auch manche lose herumliegenden Blöcke zeichnen sich nun durch ihre eigenthümliche schwarze bis schwarzbraune Oberflächenkruste aus, welche in einer Dicke von 1—5 mm dem Dolomitgestein aufsitzt und zwar bald recht innig mit dem Muttergestein verwachsen ist, bald nur wie eine peripherische Schale erscheint, von der sich kleine Stücke beim Schlagen mit dem Hammer ablösen. Bei der Analyse zeigte sich, dass sie im wesentlichen aus Manganit oder Manganhydroxyd (Mn_2O_3, H_2O) und Braunеisenstein bestand, daneben allerdings auch die Bestandtheile des Muttergesteins, Kalk- und Magnesiakarbonat und Wasser enthielt. Diese Krustenbildung lässt sich mit den von J. Walther[1]) angeführten und von ihm selbst beobachteten vergleichen. Walther bezeichnet gewisse, auf Felsparthien besonders der Wüste vorkommende Mangansuperoxydrinden, welche er unter den obwaltenden Verhältnissen nicht aus wässriger Lösung entstanden glaubt, als »Schutzrinden«. Der Name ist deshalb gewählt, weil die mit ihnen bedeckten Felsen härter und widerstandsfähiger als benachbarte Felsen ohne Rinde sind.

Auch in unserem Falle dürfte die Bezeichnung »Schutzrinde« insofern berechtigt sein, als dieselbe dem Gesteine wenigstens gegen hydrochemische Einflüsse Schutz bietet.

Was die Bildung unserer Rinde betrifft, so steht meiner Ansicht nach der Annahme nichts im Wege, dass dieselbe auf dem Wege der Secretion aus einer zugeführten Lösung erfolgt wäre.

Es waren die Dolomitschichten selbst, in denen der jetzt in der Kruste angehäufte Mangan und Eisengehalt ursprünglich in Form von kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul fein vertheilt war. Sickerwässer, beladen mit atmosphärischer Kohlensäure, welche zur Zeit der winterlichen Regengüsse das stark zerklüftete und zugleich feinporöse Dolomitgestein nach allen Richtungen durchzogen und ihm dabei durch ihre auflösende Wirkung den vorhandenen Erzgehalt entzogen, wurden bei der in der Wüste erhöhten Bodeninsolation und Oberflächenverdunstung durch Capillarkraft sozusagen emporgesogen. Hier

1) Walther, J., Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Abh. d. math.-phys. Cl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig, 1891. XVI. p. 453—461.

setzten sie theils in den nahe der Oberfläche besonders reichlich vorhandenen groben Klüften, theils an der Oberfläche selbst infolge der oxydirenden Wirkung der Luft unter Freiwerden der Kohlensäure Eisen und Manganoxydverbindung ab[1]). So erklärt es sich auch, dass dicht unter der Schutzrinde, namentlich da, wo diese besonders dick ist, gewöhnlich eine gelb gefärbte Zone von stark zerfressenem und grobporösem Dolomit sich befindet, die wie Rauchwacke aussieht, während das Centrum des Blocks relativ dicht und graugefärbt erscheint.

Salzhaltiger dolomitischer Kalkstein südlich von ʿAin Dschidi.

Das graue, harte Gestein ist oberflächlich stets feucht infolge seines hygroskopischen Verhaltens und hat einen salzigen Geschmack. Durch Wasser lassen sich verschiedene leicht lösliche salz- und schwefelsaure Salze, sogenannte Abraumsalze ausziehen[2]):

$MgSO_4$	0.765
$MgCl_2$	0.436
$CaCl_2$	0.405
$KCl + NaCl$	0.400
In Wasser lösliche Bestandtheile =	2.006

Der in Wasser unlösliche Gesteinsrest erwies sich als ein Dolomit von der Zusammensetzung:

$CaCO_3$	52.59
$MgCO_3$	33.60
$FeCO_3$	0.51
$Al_2O_3 (+ Fe_2O_3)$	1.69
SiO_2	3.54
	91.93
Die Wasserbestimmung ergab:	4.80

1) Vergl. den Abschnitt: »Absätze von Manganoxyd« in BISCHOF, Lehrbuch der chemischen u. physikal. Geologie, 2. Aufl. 1. Bd. p. 555—557.

2) Es ist hierbei zu bemerken, dass nach Angabe des Reisenden ein Theil dieser hygroskopischen Salze, wahrscheinlich der grösste der ursprünglich vorhandenen Menge, während seines Aufenthaltes in Jerusalem aus den Gesteinen beim Aufbewahren derselben im feuchten Zimmer bezw. Wandschrank infolge Wasseraufsaugung mit dem aufgesaugten Wasser herausgeflossen ist.

In Wasser löslich	2.006 %
» » unlöslich	91.93 »
H_2O in summa	4.80 »
Sa:	98.736 %

So weit verbreitet das Nebeneinandervorkommen von Dolomit und Steinsalz mit den Abraumsalzen ist, — ich erinnere nur an die Salzlager des amerikanischen Devons, der deutschen Dyas und Trias — so selten scheinen bis jetzt salzhaltige Dolomite, speciell solche mit den leicht löslichen Abraumsalzen bekannt geworden zu sein, denn in der Litteratur suchte ich bisher vergebens nach einer derartigen Notiz. Da die Handstücke einem Niveau im Dolomithorizont entstammen, welcher etwas höher liegt als die Flutmarken des Toten Meeres, so kann man eine Imprägnation durch oberflächliche Fluthen des jetzigen Seewassers als ausgeschlossen erklären, ganz abgesehen davon, dass auch das Salz des Toten Meeres eine wesentlich andere Zusammensetzung zeigt. Da aber Salz und Dolomit meiner Ansicht nach nicht zu gleicher Zeit entstanden sind, so könnte das Vorhandensein des ersteren doch nur als Imprägnation gedeutet werden: als eine Imprägnation durch aufsteigende Salzquellen nämlich, deren Material wir in einem in nicht allzugrosser Tiefe befindlichen Lager von Steinsalz und von Abraumsalzen vermuthen müssen. Ob dieses Lager noch in den Schichten der Kreide oder in deren Liegendem oder ob es überhaupt in erreichbarer Tiefe noch vorhanden (d. h. noch nicht völlig ausgelaugt ist), diese Frage kann natürlich erst durch bergmännische Untersuchung auf dem Wege der Bohrung mit Sicherheit beantwortet werden.

Die Lösung dieses Problems wäre insofern von grösster Wichtigkeit als sie uns Aufschluss geben würde über die ursprüngliche Herkunft des Salzgehaltes des jetzigen Toten Meeres, der diluvialen Lisänschichten und des Salzberges im SW. des Toten Meeres.

Der geologische Horizont, dem diese salzhaltigen Dolomite angehören, wird genügend bestimmt durch eine Auster, welche in Form von Abdrücken mehrfach in dem Gesteine auftritt: *Ostrea Mermeti* Coqu., *v. sulcata* Lart. Dieses Petrefakt ist nach Lartet speciell für tiefere Schichten des palästinensischen Cenomans leitend.

Senon.

Die Schichten der Senonkreide bestehen zum grösseren Theil aus Kalksteinen, welche sich indess durch viele besondere Eigenthümlichkeiten und Beimengungen von einander unterscheiden.

1. *Der Kaʿkūle.*

(Vergl. Profil I Schicht d auf S. 3.)

Die untersten Schichten werden bei Jerusalem und Hebron gebildet von einem weissen Kalk von milder weicher Beschaffenheit, der durch seine äusserst gleichmässige Feinkörnigkeit und Struktur auffällt und den Namen *kaʿkūle* führt.

Da er bei seiner Milde mit der Säge leicht zugeschnitten und an seiner Oberfläche ohne Mühe gravirt werden kann, eignet er sich besonders gut zu Grabsteinen, auf denen Inschriften angebracht werden. Man findet ihn daher auf allen Friedhöfen rings um Jerusalem vertreten. Wegen seiner technischen Brauchbarkeit wird das Gestein an vielen Stellen im O. und S. des Oelberges in Steinbrüchen gewonnen. Es tritt hier überall in einer Stärke von durchschnittlich 5 m als constanter Horizont an der Basis der Senonschichten über den z. Th. turonen Nerineenkalken (Ic) auf. Die härteren Lagen zeichnen sich hier durch ihren muscheligen Bruch und den klingenden Ton beim Schlagen aus. Als Leitfossilien fand Blanckenhorn in denselben:

Schloenbachia safedensis Conr.
» *quinquenodosa* Redt.
und » *sp. ind.* (= *Ammonites rostratus* Fraas)

Sch. quinquenodosa, bekannt sonst aus den Gosauschichten der Alpen, verweist ebenso wie ihre nahen Verwandten *Sch. texana* Röm. mit aller Bestimmtheit auf die Zone der Emscher Mergel an der Basis des Senons.

Analyse des Ka'küle.

$CaCO_3$	96.91
CaO	0.48
Al_2O_3	0.19
Fe_2O_3	Spur
FeO	0.17
SiO_2	1.10
SO_3	Spur
H_2O	1.51
	100.36

Das Gestein ist demnach ein gewöhnlicher Kalkstein mit geringem Thon- und Eisengehalt, wie er ganz allgemein anzutreffen ist.

2. *Kreidemergel mit Leda* etc.

(Siehe in Profil I und II Schicht e).

Die unmittelbar über dem Ka'küle allenthalben anzutreffenden Schichten sind weiche Mergelkalke, in Jerusalem auch »Thon« genannt. Stellenweise sind sie sehr reich an organischen Resten, namentlich von Abdrücken einer Bivalve: *Leda perdita* Conr. Die chemische Untersuchung eines licht- gelblichweissen Stückes, vom Dschebel Abū Tōr stammend, ergab folgendes Resultat:

$CaCO_3$	89.55
Al_2O_3	3.03
Fe_2O_3	0.61
$FeCO_3$	0.35
SiO_2	5.42
SO_3, S	Spur
H_2O	2.04
	101.00

Ausser *Leda perdita* finden sich in diesen Mergelbänken *Astarte*arten, *Dentalien*, *Baenliten* und Fischreste.

3. *Bunte gipsführende Mergel und Bitumenkalke.*

(Siehe in Profil I und II Schicht f).

In der Mitte des Senons lässt sich von den tieferen gelblich-weissen Kreidemergeln und von den höheren Etagen der Feuersteinbänke noch ein Horizont ausscheiden, welcher den Uebergang zwischen beiden bildet und durch den grossen Wechsel der Gesteine in Farbe und petrographischer Beschaffenheit ausgezeichnet ist. Dieser Complex von Schichten, der als »bunter« bezeichnet werden könnte, hat in seinen Aufschlüssen am bekannten Chān el-Ḥaṭrura (oder Chān el-Aḥmar) in der Mitte der vielbegangenen Strasse von Jerusalem nach Jericho schon die Aufmerksamkeit Russegger's wie später auch Hull's auf sich gezogen und beide Geologen zur Aufstellung einer ihrer wissenschaftlichen Specialrichtung entsprechenden Hypothese veranlasst. Russegger[1]) vermuthet in dem dortigen eisenschüssigen und nesterweise von Eisenoxyd durchdrungenen Kalksteine das Vorhandensein von Eisensteinlagern und glaubt auch, »dicht am Chān el-Ḥaṭrura« »wirklich Eisensteinlager bemerkt zu haben«. Hull[2]) führt die bunte, namentlich rothe Färbung der Gesteine an diesen Stellen und die gestörte Lagerung der Schichten auf das Auftreten eines Eruptivgesteines zurück, »which has here been intruded into the limestone, and has to a great extent altered and calcined the rock itself. This volcanic rock is of a red colour, variegated with yellow and white; it is soft, and resembles »Domite« in general character, except that I could not recognise any crystals of mica, hornblende or other minerals«.

Blanckenhorn, welcher die hier in Frage kommenden Stellen zweimal aufgesucht hat, bestreitet die Berechtigung beider Annahmen. Wohl fand er daselbst über der Zone der weissen Kreidemergel intensiv roth und braun oder gelb gefärbte Mergel und Kalke, aber trotz eifrigen Suchens nirgends die Spur eines Eruptivgesteins oder eines richtigen Eisenerzlagers.

Es ist nicht allein die rothe Farbe, deren plötzliches Auftreten auf der Strasse Jerusalem-Jericho, nachdem man zwei

1) Russegger, Reisen in Europa, Asien und Afrika, III. Bd., Stuttgart, 1847. p. 250 und Geognostische Karte des peträischen Arabien und des südlichen Theiles von Syrien, Wien 1847.

2) Hull, Mount Seir, Sinai and Western Palestine, London 1885, p. 159.

Stunden lang durch das blendende Weiss der Kreidemergel (Ie) geritten, die Aufmerksamkeit der Reisenden erregen muss. Etwas höher, besonders unterhalb Chân el-Ḥaṭrûra, stellen sich schwarze und braune, beim ersten Blick oft wie Basalt oder vulkanischer Tuff erscheinende Bitumenkalke und Mergel, weisse Kalk- und Gipsschichten mit feinem schwefelgelbem Anflug und blaugrünen Partieen, sowie einzelne dunkle, zuweilen kohlschwarze Feuersteinknollen oder -bänke ein. Einen vortrefflichen Einblick in die wechselnde Beschaffenheit dieses bunten Schichtencomplexes gewährt folgendes Profil, das Dr. Blanckenhorn zwischen Chân el-Ḥaṭrûra und Jericho aufgenommen und mir gütigst zur Verfügung gestellt hat.

Profil auf der nördlichen Seite der Strasse von Jerusalem nach Jericho. Die Schichten fallen nach O ein gegen das Jordanthal.

Oben: Graue Mergel; darunter:

10 m Weisse bröckliche Kalke mit viel Kalkspat, Gips, schwefelgelbem Anflug und grünen Partieen (ζ).
1 m Dunkle Mergel.
0,30 Kalk mit gelbem Anflug und grünen Flecken.
0,25 Mergel (ε).
0,50 Schwarzgrauer Kalk mit grünem und gelbem Anflug (δ).
1,40 Schwarzbraune Mergel, wie erdige Braunkohle aussehend.
1,00 Schwärzlicher Bitumenkalk, wie Basalt aussehend.
0,50 Schwärzliche Mergel mit Feuersteinlagen.
0,30 Grauschwarzer Kalk, wie Basalt aussehend.
0,15 Schwarzer Feuerstein.
3,00 Braune bituminöse Mergel mit zwei dünnen, ganz schwarzen Feuersteinlagen (γ).
0,15 Schwarzer basaltähnlicher Kalk (β).
1,60 Grauer bituminöser Kalk mit Fischknochen und gelbem Anflug (α).
1,00 Stinkkalk mit Feuerstein wechselnd.
0,40 Weissgrauer Mergel mit Feuerstein wechselnd.
0,50 Weissgrauer Mergel mit Drusen von traubenförmigen Kalkspat.
0,50 Harter Stinkkalk.
0,40 Mergel.

0,35 Hellgrauer Stinkkalk, der zu kugliger Absonderung neigt.

0,50 Feuerstein.

0,15 Dünngeschichtete Mergel mit dünnen Feuersteinbänkchen wechselnd.

1,50 Dünngeschichtete Mergel ohne letztere.

Von den mit griechischen Buchstaben versehenen Gesteinen lagen mir Proben vor, von denen α, β, δ und ε mehr oder minder phosphorsäurehaltig und bitumenreich waren.

Auf vielen dieser Stücke speciell aus den Schichten α, δ, ε und ζ fiel ein dünner krustenartiger Ueberzug oder Anflug eines besonderen Minerals durch seine intensiv schwefelgelbe Farbe sofort ins Auge. Die geringen vorhandenen Mengen reichten zu einer genauen quantitativen Analyse nicht aus. Die qualitative Untersuchung ergab indess auf das Bestimmteste, dass ein Mineral aus der Gruppe der wasserhaltigen Ferrisulfate, ein basisch schwefelsaures Eisenoxyd vorliegt, das speciell den Copiapit[1] [von der Formel $Fe_4S_5O_{21} + 12aq$ oder $2Fe_2O_3\ 5SO_3 + 18H_2O$ oder nach Groth[2] $(SO_4)^5\,Fe_2(Fe,OH)^2 + 18H_2O$] und Misy ($Fe_6S_7O_{30} + 8aq$) genannten Mineralspecies nahesteht.

Die untersuchte gelbe Substanz färbt sich beim Glühen unter schwachem Aufblähen schwarz ohne Bildung von schwefliger Säure oder anderen riechenden Dämpfen und gibt im Kölbchen Wasser. Mit Borax und Phosphorsalz erhält man sofort die charakteristischen Eisenperlen; auch auf anderem Wege gab es eine Reaktion auf Eisen. Chrom ist hingegen nicht in der Substanz vorhanden[3]; genaue nach verschiedenen Methoden vorgenommene Prüfungen gerade hierauf hatten negative Resultate. Die Untersuchung auf SO_3 gelang mir mit den gewöhnlichen Reactionen auf makroskopischem Wege nicht; dagegen erhielt ich auf mikrochemischem Wege eine deutliche Reaktion.

Gestein α, β und δ untersuchte ich mit Erfolg auf Foraminiferen.

1) Dana, J. D., The system of Mineralogy Descriptive Mineralogy. Sixth edition by E. S. Dana. 1892. p. 964.

2) Groth, P., Tabell. Uebers. d. Mineralien. Dritte Aufl. 1889. p. 64.

3) Danach wäre die in ZDPV. XIX, (1896), p. 13 ausgesprochene Vermuthung, dass dieser schwefelgelbe Anflug auf Chromsubstanzen zurückzuführen wäre, zu berichtigen.

Gestein α enthielt in Dünnschliffen *Textularia globulosa* Ehr. und *Rotalia ? sp.* Makroskopisch waren Fischknochen, speciell ein grosser Fischwirbel zu erkennen.

Die mit β bezeichneten grauschwarzen Gesteine besitzen ein tuffartiges Aussehen und bestehen aus durch Bitumen schwärzlich gefärbtem Kalk, welcher mit zahllosen grauen oder weisslichen Knöllchen (Koprolithen?) besetzt ist und kleine sanduhrartige Fischwirbel, sonstige Fischknochen und verwitterte Schalenbruchstücke, die als weisse Striche in der dunklen Masse erscheinen, enthält. Von den zahlreichen Foraminiferen waren *Glogerina retacea* d'Orb. und *Textularia sp.* bestimmbar.

Das Handstück aus Schicht δ enthält gleichfalls eine reiche Mikrofauna (*Textularien* und *Globigerinen*).

Infolge der Einwirkung der Sonnenwärme ist an den äusseren Stellen dieses Gesteinsstücks (δ_1) der Bitumengehalt desselben verschwunden, so dass die durch Phosphorsäuregehalt bedingte Grundfarbe des Gesteins, wie sie sich auch beim Glühen zeigt, nunmehr als grüne Kruste zu Tage tritt. Die chemische Analyse ergab folgendes Resultat:

$CaCO_3$	42.77
$Ca_3P_2O_8$	47.13
$CaSO_4$	1.15
Al_2O_3	2.02
FeO	0.49
SiO_2	3.01
Bitumen	1.50
H_2O	0.82
	98.89

Gestein ε besitzt dunkelgraue Färbung und ist ganz erfüllt von Fischschuppen und Fischresten.

Aus den 10 m mächtigen Lagen ζ lagen mir vor ein weisser zuckerkörniger Kalk und ein aus weissem Gips und Kalkspat bestehendes grobkrystallinisches Gemenge, welches durch Chromoxyd stellenweise grün gefärbt ist.

In dem gleichen Complex von Schichten rangirt der sog. Mosesstein von dem Wallfahrtsorte Nebi Müsa, ein schwarzer Bitumenkalk, der in Bethlehem in der Schmuckwarenindustrie Verwendung findet. Er liegt mir in einem typischen Handstücke

vor und zeigt an den durch die Sonne gebleichten Aussenflächen eine grauweisse Färbung, d. h. gleichfalls seine Grundfarbe. Die Analyse ergab:

$CaCO_3$	74.87
$Ca_3P_2O_8$	3.49
MgO	Spur
Al_2O_3	0.52
FeO	0.12
SiO_2	0.37
Bitumen	17.98
H_2O	0.96
	98.31

Hitchcock [1]) und Anderson [2]) haben bereits früher das Gestein von Nebi Musa untersucht und folgende Resultate erhalten.

(Hitchcock)

$CaCO_3$	68.73
$MgCO_3$	0.27
Rückstand	6.00
Bitumen	25.00
	100.00

(Anderson)

$CaCO_3$	82.10
MgO	0.00
SiO_2	1.95
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	1.95
Organische Subst.	13.55
	99.55

Ein ganz ähnlicher bunter Schichtenwechsel wie am Chān el-Ḥaṭrura und bei Nebi Mūsa zeigt sich nach Blanckenhorn in demselben Horizont (II f) in der ganzen Wüste Juda; so z. B. auf dem Wege von Hebron zum Südende des Toten Meeres zwischen Ḳaṣr ez-Zuwēra el-fōḳa und Ḳaṣr ez-Zuwēra et-taḥtā.

Zur Untersuchung lagen mir weisse, oft durch Eisenoxyd unregelmässig gelb und braun gefärbte gipsführende Mergel vor, an denen blaugrüne, scharf von dem Muttergesteine abgezeichnete Adern auffielen. Der Fundort dieser Mergel ist ein Steinhaufen (*rudschm*) im mittleren Wādi ez-Zuwēra, der von den Beduinen Baḥte Asem genannt wird. Die Analyse ergab:

1) Hitchcock, Rep. of Americ. Assoc. of geol. and nat., p. 364.
2) Lynch, Off. rep., p. 155.

$CaCO_3$	31.02
$CaSO_4$	44.09
MgO	Spur
Al_2O_3	7.21
$Fe_2 2O_3$	1.89
Na_2O / K_2O	Spur
SiO_2	8.96
H_2O	6.35
	99.52

Die Färbung der grünen Adern rührt von Chromoxyd her: ich fand 3,23 % Cr_2O_3 in denselben. In der Nähe des letztgenannten Fundortes im Wādi ez-Zuwēra, an dem Sūḳ et-Taime genannten Platze wurde ein Handstück geschlagen, das aus weissen Gipslagen und Kalkspatadern besteht und gleichfalls theilweise blaugrüne Färbung (infolge Chrompigments) aufweist. Aus der gleichen Lokalität (Sūḳ et-Taime) lag ein demselben grossen Schichtencomplexe (II f) angehöriger gipshaltiger Mergel von körnigem Gefüge vor, der durch seine weithin auffallende gelbe Farbe gleichfalls zur Mannichfaltigkeit des Colorits dieser Schichten beiträgt. Nach Blanckenhorn soll dies Gestein in dem bunten Gebirgshorizont (II f) neben rothen, blendend weissen und schwärzlichen Mergeln und Kalkgesteinen recht häufig auftreten. Die Färbung ist durch Eisenoxydhydrat bedingt. Die Analyse ergab:

SiO_2	23.88
Al_2O_3	10.30
Fe_2O_3	4.04
FeO	0.36
$CaCO_3$	40.08
CaO	2.51
$CaSO_4$	4.06
$Ca_3P_2O_8$	7.97
H_2O	6.31
	99.51

Besonders interessant und zwar in verschiedener Hinsicht ist ein mir vorliegender weisser zuckerkörniger Kalkstein des Senons (II f) aus der Gegend von Bīr ʿAllā im Norden des Wadi

Ḥaṣāṣā im SO. von Thekoa im Gebiete der Taʿāmire-Beduinen. In dem weissen Gesteine lassen sich deutlich abgegrenzte, graue Parthien erkennen, welche ihre Färbung fein vertheiltem Schwefeleisen verdanken. Als Spaltenausfüllung tritt Calcit auf. Auffallend sind schwefelgelbe Ausblühungen von Copiapit auf den äusseren Seiten oder in den Spalten dieses Gesteines. Schliesslich fand ich noch als hirsekorngrosse blaugrüne Concretionen ein phosphorsäurehaltiges Mineral mehr oder minder reichlich innerhalb dieses Gesteines vertheilt.

Die Bausch-Analyse des Kalksteins ergab:

$CaCO_3$	86.42
$Ca_3P_2O_8$	6.48
$CaSO_4$	2.09
$FeCO_3$	0.05
$(AlFe)_2O_3$	1.70
$MgCO_3$	0.46
K_2O, Na_2O	Spur
SiO_2	2.72
H_2O	0.81
	100.73

Ganz besonders war dieses Handstück geeignet, die im Laufe der Zeit vor sich gehenden chemischen Veränderungen der Mineralindividuen zu studiren. Der Gehalt an fein eingesprengtem Schwefeleisen findet eine einfache Erklärung in der Nähe einer von Blanckenhorn unmittelbar darunter beobachteten schwärzlichen, bituminösen Kalkbank von ganz dem gleichen Aussehen wie die tuffartige Kalkbank β in dem obigen Profil an der Jerichostrasse. Da jene Bank ebenso wie letztere nach der ganzen Beschaffenheit des vorliegenden Handstücks rein organogen war, konnte in ihr bei Zersetzung der eingeschlossenen organischen Substanzen ehedem leicht Schwefelwasserstoffgas erzeugt werden. Letzteres hatte beim Diffundieren durch den im Hangenden befindlichen Kalkstein die Bildung von Schwefeleisen zur Folge. Hieran reihen sich weitere secundäre Veränderungen. Es ist bekannt, dass Schwefeleisen im festen Gesteine und in grösseren Parthien fast aller Zersetzung wiedersteht. Anders bei unserem Gesteine, wo an denjenigen

Stellen, welche für den Zutritt der Luft und der Feuchtigkeit besonders geeignet waren d. h. an der Aussenfläche und den grösseren und kleineren Spalten eine Oxydation des Schwefeleisens, das hiernach zu schliessen, wohl in der Form von Markasit zugegen ist, eingetreten ist. Das Product dieses Vorganges ist der Copiapit, der in der angegebenen Form als Anflug so vielfach zwischen und auf den bituminösen Kalksteinen des mittleren Senons (I f und II f) der ganzen Wüste Juda sich vorfindet.

Von besonderer Wichtigkeit sind einige Handstücke aus dem Plateau des Ostjordanlandes nicht weit von es-Salt, welche ebenfalls in den gleichen Horizont II f einzureihen sind. Sie sind mehr oder weniger bröckelige Gemenge eines hirsekorngrossen linsenförmigen Minerals, von dem bereits das Vorkommen in einzelnen Partikelchen beim vorigen Gestein erwähnt ist.

Ich analisirte ausgesuchte Stücke, die von dem in geringer Menge vorhandenen Brauneisenstein frei waren, und fand folgende Bestandtheile.

CaO	53.70
Al_2O_3	8.35
P_2O_5	36.86
F	0.97
SO_3	1.06
SiO_2	0.09
Glühverlust	0.32
	101.35

Aus dem Resultate dieser Analyse ist ersichtlich, dass der grösste Theil dieses Körpers aus Tricalciumphosphat ($Ca_3(PO_4)_2$), z. Th. Apatit besteht. Nach den eingeführten Procentzahlen reichen aber die Säuren bez. das Halogenfluor zur Bindung des CaO allein nicht aus; man muss daher annehmen, dass der Rest des CaO mit dem Al_2O_3 verbunden als Spinell vorhanden ist nach der Formel $\begin{matrix} AlOO \\ AlOO \end{matrix}\rangle Ca$.

Da eine Isolirung des Minerals nicht möglich war, und auch die reinsten Partikelchen unter dem Mikroskop als Gemenge von zahlreichen in ihrer Längsrichtung verwachsenen Stengelchen sich erwiesen, zwischen denen neben Körnchen von Quarz

und Kalkspath auch kleine Apatitnädelchen zu erkennen waren, so muss behufs weiterer Untersuchungen noch die Auffindung reineren Materials abgewartet werden, bevor man mit Sicherheit auf eine neue Mineralspecies schliessen kann. Zur Erklärung der grünen Färbung dieses Minerals, welche ich auch wie bereits vorher erwähnt als Grundfarbe eines phosphorsäurehaltigen Bitumenkalkes erkannte, können Metallverbindungen nicht herangezogen werden; es dürfte daher wahrscheinlich sein, dass die Färbung durch das Phosphat selbst bedingt ist, dem diese grüne Farbe eigen ist.

Die Quelle der Phosphorsäure ist wohl, wie auch bei den früher besprochenen Gesteinen, in den Organismen zu suchen, deren Reste man in den benachbarten Schichten in reichlicher Menge finden kann.

Die sehr verschiedene Häufigkeit aber, in welcher diese Phosphatkörnchen innerhalb des Kalks einerseits im Ostjordanland, andererseits in der Wüste Juda auftreten, hat vielleicht neben der schon ursprünglich ungleichen Vertheilung noch in meteorologischen Verhältnissen ihren Grund. Die Atmosphärilien, besonders die reichlichen Niederschläge könnten wohl dort eine viel intensivere Verwitterung und Auflösung der Kalkschichten herbeiführen als hier, sodass im regenreichen Ostjordanland eine Anreihung des schwer zersetzbaren Phosphates stattfand und dasselbe nur noch stellenweise durch einen geringen Gehalt an kohlensaurem Kalke an sein früheres Muttergestein erinnert.

Nach den Untersuchungen von Warrington[1]) löst sich Tricalciumphosphat ($Ca_3P_2O_8 + 2aq$) bei 7° erst in 89448 Theilen Wassers, die Löslichkeit wird aber vollständig aufgehoben in einem mit Kohlensäure gesättigten Wasser, welches Kalkkarbonat enthält.

Ueber die Lokalität des Vorkommens der untersuchten ostjordanischen Phosphate hat sich Herr Dr. Blanckenhorn spätere ausführliche Mittheilungen vorbehalten. Hier sei nur gesagt, dass es sich anscheinend um ein ausgedehntes leicht zugängliches Lager handelt, das eines Abbaus nicht unwerth erscheint.

Die Art des Vorkommens der palästinensischen Phosphate

1) Will, Chem. Jahresbericht für 1886. p. 167.

von Chān el-Ḥaṭūra, Bīr ʿAllā und dem Ostjordanland erinnert im Allgemeinen sehr an gewisse Phosphatlagerstätten von Algerien und Tunis [1]), nur dass diese allerdings der Basis des Eocäns angehören, während es sich in Palästina nach BLANCKENHORN um obere Senonschichten als Muttergestein handelt. Auch in Algerien erscheint das Phosphat wenigstens theilweise in Form von feinen, verschieden geformten grünen Körnern, die in einer mehr oder weniger überwiegenden Kalkgrundmasse zusammen mit vielen organischen Resten besonders Fischen vertheilt sind.

4. *Die Feuersteinkreide.*

(I g, II g).

Die Feuersteinbänke, welche von nun an im obersten Senon (I g und II g) sich häufen, bieten in chemisch-mineralogischer Hinsicht wenig Bemerkenswerthes.

Aus der Umgegend von Mār Sābā im Wādi en-Nār liegt mir ein Stück einer Feuersteinbank vor, dessen Oberfläche sich durch eine grüne Mineralkruste auszeichnet. Ich analysierte nur die grüne Substanz, welche auf dem Feuersteine festaufgelagert war, und fand die grüne Farbe hier durch kieselsaures Eisenoxydul bedingt.

Die Analyse ergab:

SiO_2	95.94
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ (als FeO vorhanden)	1.76
CaO	2.30
	100.00

II. Quartärbildungen.

5. *Der Nāri.*

Im Anschluss an die vorhergehenden Kreidegesteine möchte ich hier zunächst eine eluviale Bildung, die nicht durch Anschwemmung entstanden, sondern secundär aus dem Grundgestein, den Kreidekalken des Senons, hervorgegangen ist, besprechen: den Nāri.

1) M. D. LAVAT, Étude sur l'industrie des phosphates et superphosphates. Ann. des Mines. Paris. VII, 1895. p. 249.

Er stellt eine Oberflächenkruste dar, welche namentlich auf den Bergen im S. und O. von Jerusalem und bei Bethlehem in einer Dicke von 1—2 m alle Abhänge ziemlich gleichmässig überzieht, unabhängig von der Schichtung des meist senonen Grundsystems. Fraas[1]) hat bereits ausdrücklich auf die eigenthümliche Erscheinung dieses breccienartigen »Conglomeratgesteins« im Gebirge Juda aufmerksam gemacht. »Ueber Berg und Thal legte sich«, nach erfolgter Erosion der Kreideschichten »der Schutt, der zusammenbuck und jetzt die Schichtenbänke als ein Deckel überlagert. Die Schuttfelsen sind ein Gemengsel von verhärtetem Kreidemergel, eckigen, scharfkantigen Stücken von Kreidekalk und von gleichfalls scharfkantigen Feuersteinen, die in allen Lagen und Richtungen wie in einem Kalkteig eingeknetet worden sind«.

Nach Blanckenhorn[2]) entspricht dieses Gestein der Oberflächenkalkkruste, die im ganzen Innern Syriens speciell in der Wüstenlandschaft, sowie in Nordafrika, besonders im ganzen Atlasgebirge von Tunis bis Marokko weit verbreitet ist. In Bezug auf die Bildung dieses Gesteins nimmt Blanckenhorn an, dass dasselbe seine Entstehung der successiven Verdampfung der Wasser, welche die Capillarität des Bodens an der Oberfläche emporsteigen liess, verdanke. Dieser Theorie zufolge müsste das den Schutt verkittende Bindemittel im Gegensatz zu dem Untergrundfelsen nur oder jedenfalls unbedingt vorherrschend die leicht in Wasser löslichen Substanzen enthalten.

Es wurde eine grössere Probe untersucht, welche vollständig frei von Feuersteinstücken oder sonstigen fremden Gesteinstrümmern war. Sie stammt von Ṣūr Bāhir auf dem Gebirgskamm zwischen Jerusalem und Bethlehem. Von den ihm in Farbe ähnlichen weissen Kreidemergel und Kaʿkule-Gestein des Untergrundes unterscheidet sich dieses Gestein durch seine grosse Härte und Druckfestigkeit, die namentlich durch die unregelmässig es durchziehenden Kalkspathadern erhöht wird. Ein weiterer Unterschied ist das Fehlen aller marinen Petrefakten,

1) Geologisches aus dem Orient. I. Württ. naturw. Jahresh. 1867. p. 346.

2) Blanckenhorn, Die geognostischen Verhältnisse von Africa. Ergänzungsheft No. 90 zu »Petermanns Mittheilungen«. Gotha 1888, p. 46, 50, 52.

wenn man von denjenigen auf den angeschlossenen Feuersteintrümmern absieht, was sich sofort durch die terrestrische Art seiner Entstehung erklärt.

Die Analyse ergab:

$CaCO_3$	96.14
$CaSO_4$	0.92
$FeCO_3$	0.49
Fe_2O_3	0.16
Al_2O_3	0.34
SiO_2	0.96
H_2O	0.76
	99.77

Danach hätten wir es hier mit einer fast reinen Kalkmasse zu thun. Die schwer löslichen Substanzen Thonerde und Kieselsäure, die nach meiner obigen Analyse bald mehr bald weniger noch vorhanden sind, treten jedenfalls vollständig in den Hintergrund zurück.

6. *Das Steinsalz.*

Als Bildungen der Quartärperiode dürften weiterhin besonders drei Mineralien, *Steinsalz*, *Asphalt* und *Schwefel* zu nennen sein, deren Vorkommen in Palästina sich auf den Boden und die unmittelbare Umgebung des Todten Meeres beschränkt.

Das *Steinsalz* ist in grösserer Menge nur bekannt vom Dschebel Usdum an der SO-Ecke des Todten Meeres, der auch deshalb als Salzberg bezeichnet wird. Von dem Material, welches den Dschebel Usdum zusammensetzt, liegt ein von den Wänden einer Salzhöhle seiner Ostseite abgeschlagenes Stück vor. Es besteht aus Chlornatrium, das durch Gips, Kalkkarbonat, Thon und Spuren von Eisen- und Magnesiaverbindungen, sowie Bitumen verunreinigt ist.

Die Analyse von Krystallfragmenten, welche sorgfältig ausgelesen und von Beimengungen frei befunden worden waren, ergab:

NaCl	99.4149
Na_2SO_4	0.1964
$CaSO_4$	0.3417
	99.9530

Vergleicht man diese Analyse mit der von M. Terreil [1]) ausgeführten, so ergeben sich folgende einzelne Werthe:

	Cl	Na	SO_3	CaO	MgO	$SiO_2Al_2O_3$ org. Subst.	S.	Summa
Terreil	59.30	38.47	0.92	0.60	0.09	0.15	Spur	99.53
Sachsse	60.2250	39.2301	0.3330	0.1408	—	—	—	99.9289

Hieraus ist ersichtlich, dass in beiden Fällen das Cl zur Bindung des Na nicht ausreicht.

7. *Der Asphalt.*

Der *Asphalt* lag in einem Stücke von vollkommener Reinheit vor, wie solche aus dem Todten Meere von den Wellen ans Land geworfen werden. Sein Fundort ist der Ostfuss des Dschebel Usdum am Ufer des Todten Meeres. Von seinen äusseren Eigenschaften würde ausser den gewöhnlichen (Sprödigkeit, glatter muschliger Bruch, vollkommen schwarze Farbe) der deutliche Ichthyolgeruch auf frischer Bruchfläche zu erwähnen sein.

Durch Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl und Petroleum wird er leicht und vollständig, durch Benzol, Aether und Weingeist schwerer und unvollkommen gelöst, Kali- und Natronlauge wirken nicht auf ihn ein, nur sehr unbedeutend conc. Salpetersäure; durch conc. Schwefelsäure kann unter SO_2-Entwicklung Lösung erreicht werden.

Auf die eigentliche Zusammensetzung der Asphalte als *geschwefelte* nicht aber oxydirte Kohlenwasserstoffe hat zuerst R. Kayser [2]) aufmerksam gemacht in einer Brochüre, die leider seitens der Mineralogen, speciell der Verfasser von Lehrbüchern der Mineralogie nicht die ihr gebührende Beachtung gefunden hat. Da hier ein echter »syrischer Asphalt« von nicht anzuzweifelnder Herkunft vorlag, so schien eine chemische Analyse angezeigt,

1) Lartet, Explor. géolog. de la Mer Morte, p. 288.

2) Kayser, R., Untersuchungen über natürliche Asphalte mit Berücksichtigung ihrer photochemischen Eigenschaften. Nürnberg, Mitth. aus dem Handelslaboratorium, 1879.

dieselbe wurde unter Leitung des Herrn Privatdocent Dr. Busch im organischen Laboratorium der Universität Erlangen ausgeführt. Das mir gütigst mitgetheilte Resultat war folgendes:

	I.	II.	III. Analyse
H	9.44	9.62	9.15 %
C	79.72	80.18	79.63 %

Der qualitativ aufs deutlichste auch von mir nachgewiesene Gehalt an S wurde quantitativ nicht besonders bestimmt.

8. *Der Schwefel.*

Von natürlichem *Schwefel* sind wallnuss- bis eigrosse Stücke vorhanden, deren Bildungsweise Fraas[1]), Bronner[2]) und Blanckenhorn[3]) in alten, jetzt versiegten Schwefelquellen suchen.

Sein Vorkommen ist das Jordanthal südwestlich von Ḳaṣr el-Jehūd. Die Gegend liegt in der nördlichen Verlängerung der auf Blanckenhorn's geologischer Karte vom Todten Meer[4]) aufgetragenen mittleren Bruchlinie, welche den Untergrund des Todten Meeres seiner ganzen Länge nach in S.-N. Richtung durchzieht. Bei dieser Lage des Schwefelterrains auf einer Bruchlinie bietet die Annahme ehemaliger Schwefelthermen keine Schwierigkeiten und jedenfalls die einfachste Lösung des Vorkommens. Andererseits dient dieses Schwefelgebiet wieder zur Bestätigung des von Blanckenhorn aus anderen Umständen geschlossenen Vorhandenseins jener hypothetischen mittleren Bruchlinie. Nach der Analyse von Bronner[2]) sind die Schwefelstücke ein Gemenge von Schwefel, Calciumcarbonat und Gips mit geringen Mengen von Calciumsulfit, Alumiumsilicat (Thon) und Borsäure und Spuren von Eisen, Magnesium, Natrium und Chlor.

Nach meiner Untersuchung ergab sich, dass die inneren Theile der mir vorliegenden Stücke, die eigentlichen Schwefelknollen, aus äusserst fein vertheiltem und zusammengebackenem

1) Fraas, O., Der Schwefel im Jordanthal. ZDPV. II. 1879. p. 113.

2) Ibidem. p. 118, Anmerkung.

3) Blanckenhorn, Entstehung und Geschichte des Todten Meeres. ZDPV. XIX. p. 1 ff.

4) Ibidem. Taf. II.

Schwefel mit nur 0,11 % Beimengungen bestehen, während die nur theilweise erhaltene dicke härtere Kruste sich wesentlich aus Gipskrystallen oder Calciumsulfat zusammensetzt, das durch Calciumcarbonat, Aluminiumsilicat und Spuren von Chlornatrium und Bitumen verunreinigt ist.

III. Die Gewässer von Palästina.

Zwischen der chemischen Natur der Quellwässer und den Gesteinsschichten, aus denen sie hervorkommen, besteht ein deutlich sichtbarer Zusammenhang.

Die nachfolgend angeführten Analysenresultate lassen aber ausserdem noch eine mit den zuvor angeführten Gesteinen correspondirende quantitative Zusammensetzung erkennen.

Wie bei den meisten aus Kalksedimenten kommenden Quellen ist auch bei den untersuchten Wassern von Palästina der Gehalt an gelösten Mineralbestandtheilen ein ziemlich hoher.

Die hydrologischen Verhältnisse von Palästina nehmen unser Interesse deshalb besonders in Anspruch, weil man von jeher und zwar mit Recht den Gehalt des Todten Meeres an Chlor- und Bromsalzen mit der Verdunstung des angesammelten Zuflusswassers in Verbindung gebracht hat. So leicht es nun war, den grossen Gehalt an Chlorverbindungen zu erklären, so viel Schwierigkeiten machte es andererseits den richtigen Grund für den hohen Bromgehalt[1]) eines Sees, welcher nachweislich niemals mit dem Oceane in Verbindung gestanden hatte[2]), zu finden.

Einzig und allein entscheidend für derartige Fragen kann die Beantwortung durch die chemische Analyse sein. Eine solche ist aber nur von dem Jordanwasser und zwar von verschiedener Seite ausgeführt worden, während die übrigen Gewässer, welche das Todte Meer speisen, meistens[3]) unberücksichtigt blieben. Die

1) Wohl ist die 62° heisse Quelle von Hammâm bei Tiberias von ANDERSON als bromhaltig befunden worden, allein im Jordanwasser ist dieser Nachweis wegen der allzugeringen hinübergeführten Menge gar nicht mehr möglich.

2) LARTET, Bull. soc. géol. de France, 2. Sér. 22. 1865 p. 420—463. 23, 1866 p. 719—760, 24. 1867 p. 12—31.

3) Ueber TERREIL's Untersuchungen vergl. u. S. 32.

nachfolgenden Angaben sollen diese Lücke etwas ausfüllen und gleichzeitig darthun, inwieweit man hierdurch der Lösung obiger Frage näher treten kann. Das Jordanwasser ist vergleichshalber nochmals mit angeführt worden.

9. *Jordanwasser.*

Wenngleich der Jordan in seinem oberen Laufe etwa bis zur Einmündung des Jarmuk, seines grössten Nebenflusses, ebenso wie dieser letztere, theilweise durch basaltiges Gebirge fliesst, so wird er doch im weitaus grössten Theile seines Laufes durch Quellen aus dem Kreidegebirge genährt und nimmt selbst seinen Lauf durch ein diluviales Thal mit gips- und salzhaltigen Mergeln (Lisanschichten). Die von mir analysirte Wasserprobe wurde von Blanckenhorn am 21. Mai 1894 unweit der nordöstlich von Jericho gelegenen neuen Brücke geschöpft. Das Wasser reagirt neutral. 1000 Theile enthalten:

Gesammtrückstand = 0,9682.

Na_2O	0.1880
K_2O	0.0106
CaO	0.1150
MgO	0.0626
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0.01125
Cl	0.3195
SO_3	0.0463
N_2O_5	Spur
CO_2 (gebunden)	0.07408
SiO_2	0.0150
Organische Substanz	0.113868
	0.956198

Zur Oxydation der organischen Substanz sind 0.00576 g O für ein Liter nothwendig.

Der schlammig-thonige Bodensatz wurde mikroskopisch geprüft und ergab an mineralischen Bestandtheilen: Quarz, Kalkspath, Feldspath und Thonpartikelchen.

Das Jordanwasser ist bereits früher von Boutron-Charland

und Henry [1]), Anderson [2]) und Terreil [3]) untersucht worden. Die Resultate lasse ich nachstehend folgen.

In 1000 Theilen Jordanwassers sind enthalten nach:

	Boutron-Charland u. Henry	Anderson
$NaCl$	0.525	0.603
KCl	Spur	0.035
$CaCl_2$	—	0.129
$MgCl$	0.25	0.443
Na_2SO_4	0.075	0.04
$MgSO_4$		—
$CaSO_4$	—	0.045
$CaCO_3$	0.152	0.169
$MgCO_3$		0.145
Fe_2O_3	—	0.037
SiO_2	0.05	0.0025
Org. Subst.		Spur
Schwefelalkali u. Verlust	—	0.1765
Sa.:	1.052	1.825

1) Liebig und Kopp, Chem. Jahresber. f. 1852. 758. Die Probe wurde am 2. April 1850 zwei bis drei Wegstunden nördlich der Mündung geschöpft; spec. Gew. 1,00084.

2) Lynch, Off. rep. 150. Im April 1848 an den Pilgerbädern geschöpft; spec. Gew. 1,00183.

3) Lartet, Bull. soc. géol. de France, 2. sér., 23. 1866 p. 748. Am 21. April 1866 12 km nördlich der Mündung geschöpft; spec. Gew. 1,0010.

	Terreil	Sachsse
Na_2O	0.229	0.188
K_2O	Spur	0.0106
CaO	0.060	0.115
MgO	0.065	0.0626
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	Spur	0.01125
Cl	0.425	0.3195
SO_3	0.034	0.0463
N_2O_5	—	Spur
CO_2	Spur	0.07408
SiO_2	Spur	0.015
Org, Subst.	Spur	0.113868
Sa.:	0.813	0.956198
Trockenrückstand	0.873	0.9682

10. *ʿAin Dschidī.*

Der geologische Horizont, in welchem dieser Bach seinen Anfang nimmt, liegt im Cenoman und zwar nach LARTET's Profil[1]) genau auf die Grenze der tieferen Dolomite gegen die grauweissen Mergel und Kalkbänke mit Austern in einer relativen Höhe von 187 m über dem Seespiegel.

Hiernach hat dieses Wasser im ganzen nur die darüber liegenden Schichten, das Senon, den Rudistenhorizont und die genannten cenomanen Kalke und Mergel berührt und zeichnet sich durch seinen niedrigen Gehalt an Mineralsubstanz aus.

Auffallend ist bei diesem Wasser sowie bei dem des Wādi Mubaghghak der Gehalt an Mangan, welches Element ja bereits in der Dolomitkruste nachgewiesen wurde. Durch das Vorkommen

1) LARTET, Expl. géol. de la Mer Morte p. 78 und planche V, f. 3 (Coupe de la falaise d'Ain Jidy [Judée]).

desselben auch in den Gewässern kann die Annahme einer hydrochemischen Bildung dieser Kruste nur unterstützt werden.

Das Wasser wurde direct der Quelle entnommen. Der Bodensatz war in der betreffenden Flasche nur sehr gering. Reaction neutral. In 1000 Theilen sind enthalten:

Gesammtrückstand	0.44105
Na_2O	0.04769
K_2O	—
CaO	0.0989
MgO	0.0552
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0.01666
MnO	Spur
Cl	0.03115
SO_3	0.02517
N_2O_5	—
CO_2 (gebr.)	0.13911
SiO_2	—
Organ. Subst.	0.143758
	0.557688

Zur Oxydation der organischen Substanz sind 1.007272 g O für 1 Liter nothwendig.

11. *Wādi Mubaghghak.*

Dieser Bach, welcher tieferen Schichten als der ʿAin Dschidī angehört, liegt zwischen Masada (es-Sebbe) und Wādi ez-Zuwēra. Die starke Quelle tritt aus den tieferen Dolomitschichten des Cenomans heraus, die wir oben besprachen, und versiegt auch innerhalb dieses Horizontes nach kurzem Lauf bei etwa 44 m über dem Spiegel des Todten Meeres. Chemisch unterscheidet sich das Wasser von dem vorigen durch seinen höheren Gehalt an fixen Bestandtheilen, ausserdem durch das Fehlen von Carbonaten; an der Zusammensetzung des Rückstandes nehmen nämlich nur Chloride und Sulfate theil. Diese Thatsache steht offenbar in ursächlicher Beziehung zu der chemischen Beschaffenheit des geologischen Horizontes, in dem die Quelle gelegen ist, d. h. des z. Th. salzhaltigen Dolomits. Der Mangangehalt, welcher gleichfalls den Dolomiten entstammt, interessirt uns inso-

fern, als dieses Element andererseits auch wieder in den in der Nähe nördlich von der Mündung des Thales befindlichen mächtigen dunkelbräunlich gefärbten Kalktuffablagerungen nachweisbar war.

Hier möchte ich auch besonders darauf aufmerksam machen, wie auch die quantitative Zusammensetzung der Gebirgsarten in den Gewässern sich wiederspiegelt; man kann dies besonders in dem Verhältniss von CaO und MgO beobachten, welches mit dem in den cenomanen Dolomiten befriedigend übereinstimmt. Das Wasser besass keinen Bodensatz und zeigte neutrale Reaction. In 1000 Theilen sind enthalten:

Gesammtrückstand	1.7940
$NaCl + KCl$	0.53
CaO	0.221
MgO	0.119636
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0.022
MnO	Spur
Cl (in summa!)	0.6248
SO_3	0.29754
N_2O_5	0.00
CO_2 (geb.)	Spur
SiO_2	0.0201
Org. Subst.	0.157403
	1.992379

Zur Oxydation der organischen Substanz sind 0.007112 g O für 1 Liter nothwendig.

12. *Wasser aus dem mittleren Sammelbecken am Ḳaṣr ez-Zuwēra im Wādi ez-Zuwēra.*

Vergleichshalber ist im nachfolgenden die Analyse des Wassers einer rein oberflächlichen Wasseransammlung angeführt, welche sich in einem alten Bachbette, dessen Rinne aus harten cenomanen Kalkbänken gebildet ist, befindet.

Der abweichend von den andern Gewässern sich hier zeigende Gehalt an N_2O_5 (beim Jordanwasser waren nur Spuren vorhanden) hat seine Ursache sicherlich nur in lokaler Verunreinigung. Das Wasser schmeckt weich, gilt nach Blanckenhorn's Angaben bei den Beduinen als gesünder wie das vom

Wādi Mabughghak, ruft aber nach dem Trinken ein Aufstossen mit eigenthümlichen Bitumengeruch hervor. Es besitzt neutrale Reaction. In 1000 Theilen sind enthalten:

Gesammtrückstand	0.8760
Na_2O	0.1849
K_2O	0.1104
CaO	0.0760
MgO	0.0100
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	—
Cl	0.1270
SO_3	0.0849
N_2O_5	0.00846
CO_2 (geb.)	0.1246
SiO_2	—
Organ. Subst.	0.0474
	0.77366

Zur Oxydation der organischen Substanz sind 0.0023976 g O für 1 Liter nothwendig.

5. *ʿAin el-Merāḥa.*

Diese intensiv nach Schwefelwasserstoff riechende Quelle [1]) befindet sich zwischen Wādi Mubaghghak und Ez-Zuwēra am Todten Meer in einer relativen Meereshöhe von ca. 2—3 m und steht, wie überhaupt alle die zahlreichen Schwefelquellen des Todten Meeres, des Jordans und des Tiberiassees in genetischem Zusammenhang mit einer Bruchspalte, und zwar einer solchen am W.-Rande des Grabens.

Von hervorragender Wichtigkeit war der in diesem Wasser nachweisbare Bromgehalt.

Da mir von dieser interessanten, an Sulfaten und Chloriden reichen Quelle nur eine sehr geringe Menge zur Verfügung stand, welche eine vollständige quantitative Analyse nicht erlaubte, habe ich nur die beiden wichtigsten Bestandtheile feststellen können und gefunden

1) Vergl. Blanckenhorn, Geol. Karte des Todten Meeres. ZDPV. XIX. 1896. Taf. II.

Br	0.085 $^0/_{00}$ [1])
H_2S	0.0086 »

In dem Rückstande dieser Quelle fand ich ausser regenerirtem Schwefel Calcitrhomboëderchen und mannichfaltige Formen von Diatomeen (*Navicula*, *Pinnularia*).

Erwähnen muss ich noch an dieser Stelle, dass bereits M Terreil [2]) einige Quellen der Umgebung des Todten Meeres (auch Schwefelquellen) untersuchte, er giebt aber nur die Summe der fixen Bestandtheile dieser Quellen an. Interessant ist es, dass er in der 43° warmen Schwefelquelle Aïn Zara gleichfalls rhomboëdrische Krystalle und zwar von Dolomit fand.

Anschliessend an die Analysenresultate vornehmlich der Gewässer möchte ich mir zum Schluss folgende zusammenfassende Betrachtungen gestatten.

Wie verschiedenartige Ausführungen besonders von Nötling und Blanckenhorn dargethan haben, fällt die Entstehung des Todten Meeres in das Ende der Tertiärzeit und zugleich hiermit die bedeutendste Wasseransammlung, woran sich ein allmähliches, aber durch niederschlagsreiche Perioden unterbrochenes Sinken des Spiegels schliesst. Mit der zeitlich und örtlich verschiedenen Quantität und der speciellen Art der Herkunft der zugeführten Gewässer hing naturgemäss auch deren Qualität, d. h. Salzgehalt zusammen, der sehr mannichfaltig ist.

Wie aus den wenigen Analysen hervorgeht, ist mit der Tiefe der Horizonte, aus denen die Quellen stammen, eine Zunahme an festen Bestandtheilen verbunden. Die Thermen am Ufer des Todten Meeres und im Jordanthal, welche auf dem Wege der randlichen Bruchspalte bei ihrer Temperatur aus bedeutender Tiefe emporgedrungen sein müssen, sind deshalb auch die salzhaltigsten. In den erloschenen Thermen, für welche das erwähnte Schwefelterrain von Ḳaṣr el-Jehūd und die mächtigen manganhaltigen Kalktuffabsätze im N. der Mündung des Wādi Mubaghghak uns als Beispiele dienten, sind Belege dafür vorhan-

1) Der Gehalt an Brom im Wasser des Todten Meeres schwankt zwischen 0.167 und 7.09 pro mill.

2) Lartet, Expl. géol. de la Mer Morte, p. 291.

den, dass mit der unterirdischen Wasserzufuhr auch dessen Salz- und Gasgehalt zu Zeiten reichlicher gewesen ist, wie das schon Nötling[1]) betont hat.

Nachdem man das Wasser des Todten Meeres als ein Auslaugungs- und Concentrationsproduct der umliegenden und unterliegenden Schichten erkannt hat, und sämmtliche in ihm enthaltenen Elemente in den zuführenden Bächen und Flüssen nachzuweisen vermocht hat, tritt die Frage an uns heran, warum dies procentische Verhältniss in der Zusammensetzung dieses Sees wesentlich von dem des Zuflusswassers abweicht. Ganz allgemein gilt letzteres von dem geringen Gehalt an Sulfaten und dem Reichthum an Magnesiumverbindungen im Seewasser. Man muss Schwefelsäure und Kalk eliminiren, um seine Zusammensetzung mit dem Zuflusswasser in Übereinstimmung zu bringen. Anderson nimmt eine Umsetzung der ersteren zu Schwefelwasserstoff und Kalkkarbonat an. Einfacher dürfte wohl die Lösung sein, wenn man diese Thatsache mit einem beständigen Absetzen von Gips am Grunde des Todten Meeres erklären wollte. Abgesehen von der engen chemischen Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kalk, wird man bei dieser Annahme wesentlich unterstützt durch das thatsächliche Vorkommen von Gips sowohl am Grunde dieses Beckens, als auch in den diluvialen Lisanschichten der Umgebung und im Dschebel Usdum. Dass natürlich ausserdem noch weiterer Kalk als Carbonat ausgeschieden wird, dürfte nicht anzuzweifeln sein.

Träte durch irgend welche Naturereignisse oder menschliche Eingriffe der Fall ein, dass die Zuflusswasser des Todten Meeres sich bedeutend verringerten, dann würde an Stelle des letzteren eine Salzlinse gebildet werden, bei der wir als aufeinander folgende Schichten Gips und Kalk, Steinsalz und schliesslich Abraumsalze vorfinden würden.

1) Geologische Skizze der Umgegend von el-Hammi. ZDPV. X. 1887.

Analysengang.

Der Gang der chemischen Untersuchungen war der allgemein übliche, sodass ich es bei einer kurzen Angabe der angewandten Methoden bewenden lasse.

1. Analyse der Gesteine.

Die präparirte und bei 100—110° getrocknete Substanz wurde mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen und aus der salzsauren Lösung dieses Aufschlusses zunächst die SiO_2 entfernt. Nach Oxydation der Flüssigkeit konnten in ihr Al und Fe durch NH_3 gefällt und als Sesquioxyde bestimmt werden, letztere wurden mit $KHSO_4$ zusammen geschmolzen und nach Reduktion des Fe mit $KMnO_4$ titrirt.

CO_2 und H_2O bestimmte ich in summa durch Glühen; die CO_2bestimmung für sich wurde im Geissler'schen Apparate ausgeführt, sodass H_2O = Glühverlust — CO_2, in manchen Fällen habe ich auch eine direkte Wasserbestimmung im Bajonettrohr im Verbrennungsofen ausgeführt.

H_3PO_4 wurde in salpetersaurer Lösung des Gesteins als $MoO_3 . PO_4(NH_4)_3$ eliminirt und letzteres in ammoniakalischer Lösung mit Magnesiamischung behandelt; zur Bestimmung der Basen wurde sie mit Sn entfernt.

Die Bestimmung des als Oxydul vorhandenen Fe führte ich durch Behandeln der Substanz mit verdünnter H_2SO_4 im Ventilkölbchen und Titriren der Lösung mit $KMnO_4$ aus. Bei Bitumengesteinen wurde FeO angenommen. Die organische Substanz (Bitumen) ergab sich aus dem Rückstande der salzsauren Lösung nach Abzug der mineralischen Bestandtheile.

2. Analyse der Gewässer.

1) Die Summe aller fixen Bestandtheile wurde durch Verdampfen einer bestimmten Menge in der Platinschale und Erhitzen des Rückstandes im Luftbade auf 150° erhalten.

2) Die Bestimmung der organischen Substanz geschah nach der Kubel'schen Methode.

3) Cl bestimmte ich auf massanalytischem Wege.

4) SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO und MgO wurden, wie bei der Gesteinsanalyse angegeben, bestimmt.

5) Auf H_2SO_4 und $NaCl + KCl$ prüfte ich in einer besonderen Menge Wassers und zwar schied ich zunächst die erstere durch $BaCl_2$ aus; das Filtrat wurde durch aufeinander folgende Behandlung mit Barytwasser und kohlensaurem Ammon von seinen Basen bis auf die Alkalien befreit, deren quantitatives Vorhandensein der Rückstand beim Eindampfen angab. KCl und $NaCl$ wurden durch K_2PtCl_6 getrennt.

6) Die Bestimmung der HNO_3 geschah nach der von Marx angegebenen und durch Trommsdorff modificirten Indigomethode.

7) Die Bestimmung des H_2Ogases wurde ausgeführt durch Jod-jodkaliumlösung.

Vita.

Verfasser dieser Arbeit, Rudolph Sachsse, wurde als Sohn des Oekonoms Alfred Sachsse am 29. Juni 1869 zu Kötzschenbroda in Sachsen geboren und bekennt sich zur evangelisch-lutherischen Confession. Nach Beendigung seiner Gymnasialzeit im Jahre 1887 wandte er sich der Pharmacie zu und bezog im Wintersemester 1893/1894 die Universität Leipzig. Vom Sommersemester 1894 an studirte er ununterbrochen in Erlangen, zunächst Pharmacie bis zum Staatsexamen, und später Naturwissenschaften.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Collegia und Practica der nachfolgenden Herren Professoren und Docenten: in Leipzig: Böhm, Pfeffer, G. Wiedemann, Wislicenus, in Erlangen: Beckmann, Blanckenhorn, Fischer, Lenk, Oebbeke, Paal, Rees, Wiedemann.

Allen diesen, seinen hochverehrten Herren Lehrern gestattet er sich auch an dieser Stelle seinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erlangen, im Juli 1896.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.